



刘玉涛,杨慧莹,王宇先,等.半干旱区玉米秸秆覆盖免耕淋水技术的抗旱保苗效果及效益分析[J].黑龙江农业科学,2021(1):11-13.

半干旱区玉米秸秆覆盖免耕淋水技术的抗旱保苗效果及效益分析

刘玉涛,杨慧莹,王宇先,徐莹莹,高盼,郑旭,于海林,王俊河
(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:针对黑龙江省西部半干旱区早春持续干旱,为降低玉米旱灾减产风险,以金庆707为材料,通过在龙江县进行田间试验,研究黑龙江半干旱区不同耕作模式对玉米水分利用率及产量的影响,探究玉米苗期的水分利用规律。结果表明:播种前,10~20 cm和30~40 cm免耕淋水处理和常规种植的容重差异显著。播种期、苗期和拔节期,免耕淋水处理和常规种植的土壤含水量差异显著。免耕淋水处理比常规种植的水分利用率提高3.98%,并且免耕淋水处理的经济效益比常规种植增加2 076.68元·hm⁻²。

关键词:秸秆覆盖;淋水;免耕;抗旱

黑龙江省西部地区属中温带大陆性季风气候,温暖半干旱农业气候区。早春持续干旱,绝大部分区域早春播种所需土壤水分主要依靠土壤基本墒情以及降水补充^[1]。玉米占西部地区种植面积60%左右,玉米出苗率受土壤水分影响大,早春干旱导致总产量不稳定^[2]。如果能够有效解决玉米保苗问题,则增产潜力巨大。本研究以节水为基础,采用免耕种植,不动土保墒,水罐车淋水补墒,轻简化技术,为提高土壤产能,抵御旱灾提供主要依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在黑龙江省龙江县景星镇玉米超越合作社(复兴村),距离景星镇2 km,靠近龙景058县道,47°5'N,123°2'E。属于中温带大陆性季风气候,属丘陵漫岗地带,为黑龙江省第二季温带,平均有效积温2 700℃,无霜期130 d,年平均降水量450 mm左右,中等肥力,地势平坦,土壤为碳酸盐黑钙土。

表1 供试土壤基础肥力

碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	pH	有机质/(g·kg ⁻¹)	全氮/%	全磷/%	全钾/%
181.5	23.5	136.5	7.32	26.5	0.16	0.06	1.13

1.2 材料

供试玉米品种为金庆707。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用大区对比,不重复。本试验设置常规种植和免耕淋水2个处理,每个处理1 334 m²。春季一次性深施底肥,肥料选用“金正大”缓释复合肥,其中氮含量26%、磷含量11%、钾含量11%,施肥量45 kg·667 m²。深施垄下15 cm。4月27日免耕机精量播种,采用水灌车淋水补墒,水量为12.5 t·hm⁻²,常规坐水种

植水量75 t·hm⁻²。4叶期化学除草,化除后7 d进行第一次趟地。拔节期进行趟地第二遍,完熟期收获测产。

1.3.2 测定项目及方法 土壤容重和土壤含水量:环刀法。产量:成熟期时每个处理取5次重复,每个重复随机挑选长势均匀一致的5 m双行,计算公顷籽粒产量(14%标准含水量),其余脱粒晒干后称量计产。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2010和DPS 7.05进行数据分析和处理。

2 结果与分析

2.1 气象分析

由表1可知,虽然2019年度总降雨量438.1 mm,基本属于正常年份。但在春季播种期干旱(4月降雨4.5 mm,5月19日前1.5 mm,

收稿日期:2020-10-29

基金项目:现代农业产业技术体系专项(CARS-02)。

第一作者:刘玉涛(1968—),男,学士,研究员,从事旱作农业技术研究。E-mail:00681107@163.com。

通信作者:王俊河(1963—),男,学士,研究员,从事耕作与栽培研究。E-mail:wangjunhe63@163.com。

5月19日降透雨43.3 mm),造成本地的春季播种期干旱,夏秋季多雨。

表 2 生育期降雨量 (mm)						
项目	4月	5月	6月	7月	8月	9月
上旬	0.5	1.5				
中旬	4.0	43.3				
下旬	0	12.9				
总计	4.5	55.6	59.9	183	124.7	10.4

2.2 免耕淋水处理对土壤容重的影响

土壤容重是田间自然状态下土体(包括土粒和孔隙)的质量与同容积水重的比值,是反映土壤

物理性状的重要指标之一,与土壤中的水、气、热等状况有重要关系,也直接影响到作物的生长和产量^[3]。由表3可知,播种前土壤容重在0~10 cm土层,免耕淋水处理土壤容重较常规种植低4.00%,差异不显著;在10~20 cm土层中,免耕淋水处理土壤容重较常规种植低8.21%,差异显著;在20~30 cm土层中,免耕淋水处理土壤容重较常规种植低4.38%,差异不显著;在30~40 cm土层中免耕淋水处理土壤容重较常规种植低6.34%,差异显著。而收获之后,免耕淋水处理与常规种植处理的土壤容重无明显差异。

表 3 免耕淋水对土壤容重的影响

处理	播种前土壤容重/(g·cm ⁻³)				收获后土壤容重/(g·cm ⁻³)			
	0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm	30~40 cm	0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm	30~40 cm
常规种植	1.25 a	1.34 a	1.37 a	1.42 a	1.30 a	1.37 a	1.41 a	1.48 a
免耕淋水	1.20 a	1.23 b	1.31 a	1.33 b	1.30 a	1.36 a	1.41 a	1.50 a

注:不同小写字母表示处理间在5%水平上差异,下同。

2.3 免耕淋水处理对土壤含水量的影响

测定土壤含水量可掌握作物对水的需要情况,对农业生产有很重要的指导意义^[4]。由表4可知,播种前免耕淋水处理土壤含水量较常规种植低6.68%,差异显著;苗期免耕淋水处理土壤含水量较常规种植高8.96%,差异显著;拔节期免耕淋水处理土壤含水量较常规种植高8.23%,差异显著;抽穗期免耕淋水处理土壤含水量较常规种植高0.45%,差异不显著;成熟期免耕淋水处理土壤含水量较常规种植高1.43%,差异不显著。

表 4 免耕淋水对土壤含水量的影响 (%)

处理	播种前	苗期	拔节期	抽穗期	成熟期
常规种植	20.20 a	23.78 b	31.08 b	33.59 a	17.50 a
免耕淋水	18.85 b	25.91 a	33.64 a	33.74 a	17.75 a

2.4 免耕淋水处理对水分利用率的影响

水分利用效率(WUE)按照以下公式计算:
 $WUE=GY/ET$
式中,WUE为水分利用效率,其单位为 $kg\cdot(hm^2\cdot mm)^{-1}$,GY为产量,其单位为 $kg\cdot hm^{-2}$,ET为生育期内作物的耗水量,其单位为mm^[5]。
由表5可知,免耕淋水处理水分利用率比对照提高3.98%。

表 5 免耕淋水的水分利用率

处理	播前土壤贮水量/mm	收获土壤贮水量/mm	产量/(kg·hm ⁻²)	生育期降雨量/mm	灌溉补水量/mm	水分利用率	
						数值/[kg·(hm ² ·mm) ⁻¹]	比值/%
常规种植	108.68	97.30	9849.37	438.10	7.50	23.03	-
免耕淋水	95.56	98.87	10439.86	438.1	1.25	23.94	3.98

2.5 免耕淋水处理效益分析

由表6可知,免耕淋水比常规种植节省机耕

费用1250元·hm⁻²。由表7分析得出,免耕淋水比常规种植效益增加2076.68元·hm⁻²。

表 6 机耕费成本 (元·hm⁻²)

处理	秸秆打包移除	旋耕	补水	播种/施肥	趟地	打药	收获	总计
常规坐水	375	375	600	375	360	150	750	2985
免耕淋水	-	-	100	375	360	150	750	1735

表 7 经济效益比较

处理	投入/元					合计	产出			纯收益/ (元·hm ⁻²)
	种子	化肥	农药	机耕费	地租		产量/ (kg·hm ⁻²)	价格/ (元·kg ⁻¹)	收入/ (元·hm ⁻²)	
常规种植	540	1800	150	2985	6000	11475	9849.37	1.4	13789.12	2314.12
免耕淋水	540	1800	150	1735	6000	10225	10439.86	1.4	14615.80	4390.80

3 结论与讨论

水分利用对粮食产量的影响是非常重要的,加之半干旱区的水资源缺乏加剧了水分利用的迫切需求。大田水分平衡利用成为农业可持续发展的关键因素,降水量、土壤含水量以及土壤容重成为了影响土壤水分利用率的关键^[6]。王海霞等^[7]的研究表明,冬小麦全生育期耗水中,土壤水的消耗量与灌溉量密切相关。舒爱明^[8]研究表明,玉米全生育期补灌 5 250 m³·hm⁻²,可以使玉米在生育期内保持良好的土壤水分供给和适宜的生长状况,获得较好的长势和产量。安乐生等^[9]研究表明,非饱和土壤水力性质与土壤基本性质存在不同程度的相关性。本试验研究结果也表明,播种前,10~20 cm 和 30~40 cm 土层中,免耕淋水处理和常规种植的容重差异显著。播种期、苗期和拔节期,免耕淋水处理和常规种植的土壤含水量差异显著。免耕淋水处理比常规种植的水分利用率提高 3.98%。并且免耕淋水处理的经济效益比常规种植增加 2 076.68 元·hm⁻²。

综合考虑降雨量、土壤容重、土壤含水量、水分利用率以及有机物料的投入和产出等多项因素,免耕淋水处理可以有效提供播种时所需的水

分,并能有效的提高土壤水分利用率,有较好的抵御春旱效果,而且在经济效益角度也可以有效降低成本,所以免耕淋水处理在西部半干旱区,值得规模推广。

参考文献:

[1] 钱蕴壁,李英能,杨刚,等. 节水农业新技术研究[M]. 郑州:黄河水利出版社,2002:12-14.

[2] 陈良宇,桑立君. 东北西部地区抗旱坐水种技术[J]. 园艺与种苗,2015(8):87-88.

[3] 郑力文. 林木根系对土壤性质的影响研究[D]. 北京:北京林业大学,2015.

[4] 高学睿. 基于水循环模拟的农田土壤水效用评价方法与应用[D]. 北京:中国水利水电科学研究院,2013.

[5] 杨珍,赵军,李斌,等. 不同灌溉定额对河西走廊边缘绿洲甜高粱水分利用率及产量的影响[J]. 农业科技通讯,2019(7):158-164.

[6] 王小林. 密度和有机肥提高覆膜春玉米水分利用效率的生理基础[D]. 北京:中国科学院研究生院(教育部水土保持与生态环境研究中心),2016.

[7] 王海霞,李玉义,任天志,等. 冬小麦生长季不同灌溉模式对冬小麦-夏玉米产量与水分利用的影响[J]. 应用生态学报,2011,22(7):1759-1764.

[8] 舒爱明. 土壤水分对膜下滴灌玉米生长和产量的影响研究[J]. 农村实用技术,2019(8):20-21.

[9] 安乐生,赵宽,李明. 表征全吸力范围的土壤水分特征曲线模型评估及其转换函数构建[J]. 自然资源学报,2019,34(12):2732-2742.

Effects and Benefit Analysis of Maize Straw Mulching No-tillage Drenching Technology on Drought Resistance and Seedling Preservation in Semi-arid Area

LIU Yu-tao, YANG Hui-ying, WANG Yu-xian, XU Ying-ying, GAO Pan, ZHENG Xu, YU Hai-lin, WANG Jun-he

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to reduce the risk of maize drought and yield reduction in the western semi-arid region of Heilongjiang Province, Jinqing 707 was used as material to study the effects of different tillage patterns on maize water utilization and yield in Longjiang County, so as to explore the law of water utilization in maize seedling stage. The results showed that the effect of no-tillage watering on soil moisture content of 0-30 cm was significant. The water use efficiency of no-tillage watering was 3.97% higher than that of conventional planting. Moreover, the economic benefit of no-tillage watering was 2 076.68 yuan per hectare higher than that of conventional planting.

Keywords: straw mulch; no-tillage watering; drought resistance